

令和3年福島県沖で発生した地震で崩壊した安達太良ローム斜面の物理・力学特性

日本大学 工学部 学生会員 ○川野辺悠太 非会員 文屋佑亮
日本大学 工学部 正会員 仙頭紀明

1. はじめに

令和3年2月13日、福島県沖を震源とする最大震度6強の地震が発生した。この地震により、二本松市では最大震度5強を観測し、市内の安達太良ローム斜面(エビスサーキット内)で大規模な斜面崩壊が発生した(写真-1)。斜面は、幅約39m、長さ約138mの範囲で崩壊し、下方にあるサーキットに堆積し、土砂の一部は隣接する建物を破壊してコース外に達していた。

この斜面の崩壊原因を明らかにするためには、現場の地盤の情報を把握する必要がある。そこで本研究では、当該斜面において攪乱及び不攪乱試料を採取し、室内土質試験を実施して、物理特性と力学特性を明らかにした。加えて、県内に分布する他地域のロームの物理特性と比較し、崩壊斜面の安達太良ロームとの差異を明らかにした。



※丸は試料採取位置

写真-1 斜面崩壊の状況¹⁾

2. 試料採取

採取地点は、福島県二本松市沢松倉1である。採取日は2021年8月11日である。試料採取箇所は、写真の丸で囲った斜面の中腹部のすべり面と想定される露頭した粘土層及び側方崖の深さ3~4m位置でそれぞれ攪乱及び不攪乱試料を採取した。不攪乱試料の採取方法は、塩ビ管(φ=76mm, h=120mm, t=2.3mm)を用いて、ブロックサンプリング(押切り式)により採取した。

3. 試験概要

物理試験は、攪乱試料を用いて、土粒子の密度試験(JIS A 1202)、土の含水比試験(JIS A 1203)、土の粒度試験(JIS A 1204)及び土の液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205)を実施した。なお、粒度試験では、試料のロームは、アロフェンを含有する粘土であり、沈降分析において綿毛化が顕著であった。そのため、沈降分析の代わりに、レーザー回析により粒度分析を実施した。なお、分散剤はヘキサメタリン酸ナトリウム溶液を使用した。力学試験は、不攪乱試料を用いて、土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)、定体積条件の土の一面せん断試験(JGS 0560)を実施した。粘土層に関しては、崩壊から1週間後の調査では、含水比が高い($w_n=92.8$)

ことが報告されていたため、自然含水比の条件に加えて、吸水により含水比を高くした条件でも実施した。

4. 試験結果

物理試験結果を表-1に示す。土粒子の密度 ρ_s は約2.53g/cm³、含水比は粘土層で81.9%、側方崖で58.1%であった。既存の結果と比較すると、いずれも低い値を示した。これは、

採取時期が異なり、採取日が夏期であり、高温・日照により土が乾燥していたためと考えられる。粒径加積曲線²⁾を図-1に示す。図中には、安達太良ロームである大玉村山中と二本松市の結果²⁾を合わせて示した。粘土層の細

表-1 県内ロームの物理特性

地点	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	自然含水比 w_n (%)	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	塑性指数 I_p	シルト分 (%)	粘土分 (%)
粘土層	2.534	81.9	95.7	61.6	34.1	41	48
側方崖	2.529	58.1	67.5	45.2	22.3	38	33
大玉村山中	2.667	46.8	63.9	45.0	18.9	22	20
二本松市	2.673	74.7	80.3	52.3	28.0	23	43
西郷村伯母沢	2.749	49.3	88.4	59.8	28.6	9	12
西郷村下羽太	2.663	39.6	81.0	60.8	20.2	1	14
大信村	2.707	42.4	77.0	48.8	28.2	22	42
古殿村	2.735	111.2	144.8	97.6	47.2	20	42
中島村	2.698	89.9	143.5	92.8	50.7	18	42

キーワード：ローム，斜面崩壊

連絡先：福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地，電話：024-956-8710

粒分含有率 F_c は 89.2%，側方崖は 69.8% となった。粘土層は他地域よりも高い F_c を示したのに対し、側方崖は二本松市の粒度分布と同様の傾向を示した。表-1 の液性限界・塑性限界試験の結果を用いて作成した塑性図を図-2 に示す。粘土層、側方崖ともに {MH}（シルト（高液性限界））に分類された。粘土層は w_L 、 I_p ともに側方崖よりも大きい値を示し、より高い塑性を示した。また、県内のロームはいずれも {MH} に分類された。詳しく見ると、古殿町、中島村を除いた他地域のロームと比較すると、今回のロームと類似した傾向を示した。力学試験の結果を表-2 に示す。まず、一軸圧縮試験結果を見ると、粘土層の自然含水比と吸水条件の q_u は 32~35kN/m² であり同程度であった。粘土層の鋭敏比は 3.8 であり、鋭敏な土といえる。一方、側方崖の q_{ur} は 55.3kN/m² と粘土層より高く、鋭敏比は 1.4 と小さくなった。次に、一面せん断試験の結果を見ると、粘土層の全応力 c_{cu} は 12.3kN/m²、 ϕ_{cu} は 21.8° であった。吸水条件での全応力 c_{cu} は 22.9kN/m²、 ϕ_{cu} は 6.5° であり、 c_{cu} は自然含水比のほうが大きくなり、 ϕ_{cu} は吸水条件のほうが小さくなった。一方、側方崖の全応力 c_{cu} は 30.1kN/m²、 ϕ_{cu} は 30.9° であり、いずれも粘土層と比較すると高い値を示した。

5. まとめ

地震により崩壊した安達太良ローム斜面より、攪乱及び不攪乱試料を採取し、物理・力学特性を求めて以下のことがわかった。

- 1) 粘土層の細粒含有率は 89% であり、側方崖と比べて、高くなった。また、県内の他のロームと同様に {MH}（シルト（高液性限界））に分類された。
- 2) 粘土層の q_u は、35kN/m² 程度であり、鋭敏比は、吸水条件で 3.8 と鋭敏な土であった。一方、側方崖は、粘土層と比べて、高い強度、小さい鋭敏比を示した。

参考文献

- 1) 仙頭紀明, 原勝重, 畠良一, 加村晃良, 森口周二: 2021 年福島県沖の地震において発生したローム斜面の流動的な崩壊, 地盤工学会, 地盤工学会誌, 69 号, (4), 2021.
- 2) 古河幸雄 藤田龍之: 福島県南部に分布する火山灰粘性土（ローム）の安定処理土の物理的性質について, 日本大学工学部紀要 A 工学編, 28 号, pp. 11-18, 1987.

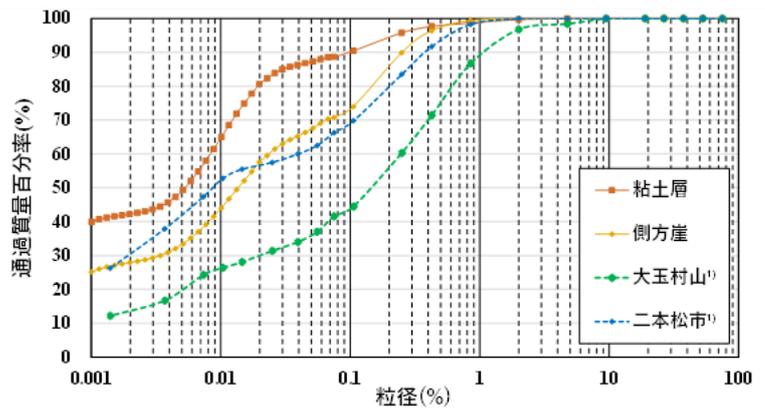


図-1 粒径加積曲線

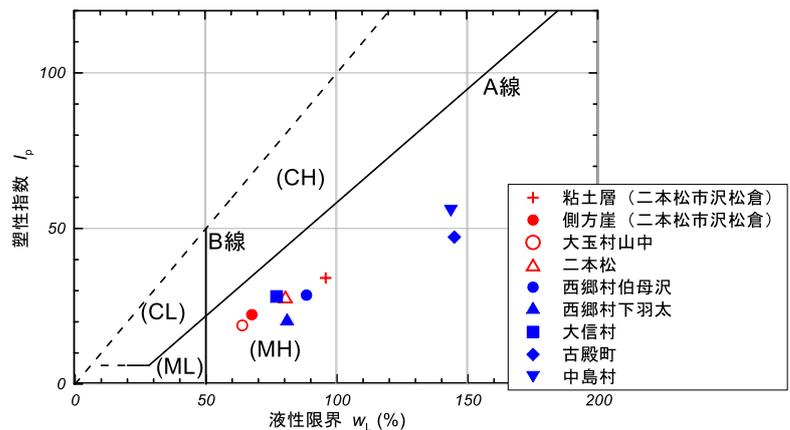


図-2 塑性図

表-2 粘性土の力学特性

	粘土層				側方崖	
	自然含水比	吸水		自然含水比		
含水条件	不攪乱	練返し	不攪乱	練返し	不攪乱	練返し
自然含水比 w_L (%)	83.0		92.4		55.4	
一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)	32.2	—	35.0	—	55.3	—
q_{ur} (kN/m ²)	—	11.6	—	9.3	—	40.6
鋭敏比 s_t	2.8		3.8		1.4	
c_{cu} (kN/m ²)	12.3	—	23.0	—	30.1	—
ϕ_{cu} (°)	21.8	—	6.5	—	30.9	—
c' (kN/m ²)	13.5	—	22.0	—	33.8	—
ϕ' (°)	21.6	—	9.3	—	30.0	—